

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 0 月 3 0 日
Date of Application:

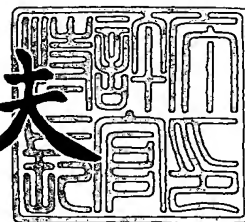
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 6 9 9 2 9
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 6 9 9 2 9]

出 願 人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 1 月 1 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 9 4 0 2 4

【書類名】 特許願
【整理番号】 J0104505
【提出日】 平成15年10月30日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H05K 3/34
B23K 26/00

【発明者】
【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
【氏名】 尼子 淳

【発明者】
【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
【氏名】 栢森 進

【特許出願人】
【識別番号】 000002369
【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】
【識別番号】 100085198
【弁理士】
【氏名又は名称】 小林 久夫
【電話番号】 03(3580)1936

【選任した代理人】
【識別番号】 100061273
【弁理士】
【氏名又は名称】 佐々木 宗治

【選任した代理人】
【識別番号】 100060737
【弁理士】
【氏名又は名称】 木村 三朗

【選任した代理人】
【識別番号】 100070563
【弁理士】
【氏名又は名称】 大村 昇

【先の出願に基づく優先権主張】
【出願番号】 特願2003- 25557
【出願日】 平成15年 2月 3日

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 044956
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0314156

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

1本のレーザービームを回折光学素子により回折して、0次の回折次数のレーザービームを含む複数のレーザービームに分岐する工程と、

前記複数のレーザービームからなる集光スポット列を前記0次のレーザービームを中心として、被加工物の複数の加工ポイントの列方向へ合わせて回転させる方向設定工程と、

前記回折光学素子から前記被加工物までの距離を調節して、前記集光スポット列のスポット間隔を前記複数の加工ポイントの間隔に合わせる間隔設定工程と、

前記集光スポット列の方向とスポット間隔が定められた前記複数のレーザービームの強度を加工に必要な強度まで増大して、該ビームを前記複数の加工ポイントに同時に照射し前記被加工物を加工する工程と、

を備えることを特徴とするレーザー加工方法。

【請求項 2】

前記回折光学素子を通過した0次のレーザービームと前記加工ポイントの一つを一致させた後、前記各設定工程を実行することを特徴とする請求項1記載のレーザー加工方法。

【請求項 3】

1本のレーザービームを回折光学素子により回折して、0次の回折次数のレーザービームを含む複数のレーザービームに分岐する工程と、

前記複数のレーザービームからなる集光スポット列を前記0次のレーザービームを中心として、基板に実装された部品の前記基板との複数の溶接ポイントの列方向へ合わせて回転させる方向設定工程と、

前記回折光学素子から前記基板までの距離を調節して、前記集光スポット列のスポット間隔を前記複数の溶接ポイントの間隔に合わせる間隔設定工程と、

前記集光スポット列の方向とスポット間隔が定められた前記複数のレーザービームの強度を溶接に必要な強度まで増大して、該ビームを前記複数の溶接ポイントに同時に照射し前記基板と前記部品を接続する工程と、

を備えることを特徴とするレーザー溶接方法。

【請求項 4】

前記回折光学素子を通過した0次のレーザービームと前記溶接ポイントの一つを一致させた後、前記各設定工程を実行することを特徴とする請求項3記載のレーザー溶接方法。

【請求項 5】

前記接続がはんだを用いた溶接によるものであることを特徴とする請求項3または4記載のレーザー溶接方法。

【請求項 6】

レーザー発振器と、

前記レーザー発振器から出射された1本のレーザービームを、0次の回折次数のレーザービームを含んで加工に用いる複数のレーザービームに分岐する回折光学素子と、

前記回折光学素子をその光軸を中心として所望の角度回転させる回転装置と、

前記回折光学素子をその光軸方向に所望の距離移動させる移動装置と、

を備えたことを特徴とするレーザー加工装置。

【請求項 7】

前記回折光学素子へ入射するビームを集光する集光装置を備えたことを特徴とする請求項6記載のレーザー加工装置。

【請求項 8】

前記回折光学素子に入射するレーザービームを該回折光学素子と一体にそれらの光軸方向に対して直角方向に動かす光軸位置決め装置を備えたことを特徴とする請求項6または7記載のレーザー加工装置。

【請求項 9】

被加工物上のレーザー照射ポイントにはんだを供給するはんだディスペンサを備えたことを特徴とする請求項6ないし9のいずれかに記載のレーザー加工装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】レーザー加工方法、レーザー溶接方法並びにレーザー加工装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザーを利用した加工に関し、例えば、プリント基板上に回路部品を、レーザーを使ってはんだ溶接し（特に鉛フリーはんだ溶接）、実装する方法等に関する。

【背景技術】

【0002】

レーザーを用いてはんだ溶接を行いプリント基板上に各種部品（水晶振動子、IC、抵抗、コンデンサ等）を実装する方法が知られている。それらの各種部品がプリント基板へはんだ溶接によって接続される際、各部品はその接続端子を介して接続されるが、その接続端子の配置は各部品毎に、その向きや間隔が様々である。そのため、従来は、1本のレーザービームをはんだが盛られた接合個所に照射し、部品を移動させるかあるいはレーザービームを走査することにより複数の接合箇所を順次溶接を行って、各部品をプリント基板に接続させていた（例えば、特許文献1乃至4参照）。

【0003】

【特許文献1】特開2002-1521号公報

【特許文献2】特開平10-256717号公報

【特許文献3】特開平09-199845号公報

【特許文献4】特開平08-279529号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、従来の方法には次のような問題があった。すなわち、レーザービームを目的の加工（溶接を含む）個所へ照射するには、部品を載せたステージを移動及び回転させる必要がある。しかし、このようなステージ制御を量産ラインで採用することは実用的ではない。重量のあるステージを、加工個所の向きや間隔に合わせて小刻みに加速減速移動させることは困難だからである。現実には、実装部品ならびに基板は一方向にだけ流れるように供給されることがほとんどである。

一方において、上記の問題は、ガルバノミラーでビームを走査すれば回避される。しかし、その場合には、ガルバノミラー及びその制御ソフトに要するコストに加え、同ミラーを配置する空間が必要になり、これらは量産装置の簡略化を阻む要因となる。また、複数の加工個所をレーザービームの照射により順次加熱するため、同時に照射加熱する場合と比べて加工に要する時間が増し、その間に生じる放熱のために光利用効率が低下するという問題もあった。

【0005】

本発明は、上記課題に対処するためになされたもので、電子部品等の各種部品の基板への実装に際して必要とされるそれら部品の基板への接続を、簡便な構成でより効率的に実施できるレーザー溶接方法及び装置を得ることを目的とする。また、この溶接方法と同じ原理を被加工物の他の加工、例えば除去加工または改質加工等の一般加工にも応用して、それらの加工に際してレーザーの照射位置決めが容易に実施できるレーザー加工方法及び装置を得ることも目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明のレーザー加工方法は、1本のレーザービームを回折光学素子により回折して、0次の回折次数のレーザービームを含む複数のレーザービームに分岐する工程と、前記複数のレーザービームからなる集光スポット列を前記0次のレーザービームを中心として、被加工物の複数の加工ポイントの列方向へ合わせて回転させる方向設定工程と、前記回折光学素子から前記被加工物までの距離を調節して、前記集光スポット列のスポット間隔を前記複数の加工ポイントの間隔に合わせる間隔設定工程と、前記集光スポット列の方向と

スポット間隔が定められた前記複数のレーザービームの強度を加工に必要な強度まで増大して、該ビームを前記複数の加工ポイントに同時に照射し前記被加工物を加工する工程とを備える。これによれば、被加工物の溶接、除去または改質等の加工において以下のような効果を奏する。

- (1) 簡便な光学系で一つの加工列の複数個所を同時に加工できる。
- (2) 回折光学素子の回転と高さの調整だけで、複数の加工ポイントの方向及び間隔が異なる加工列毎の加工に容易に対応できる。
- (3) 加工部位周囲の実装部品に対する熱影響を排除できる。
- (4) 量産用の加工装置が簡略化できる。

【0007】

本発明のレーザー溶接方法は、1本のレーザービームを回折光学素子により回折して、0次の回折次数のレーザービームを含む複数のレーザービームに分岐する工程と、前記複数のレーザービームからなる集光スポット列を前記0次のレーザービームを中心として、基板に実装された部品の前記基板との複数の溶接ポイントの列方向へ合わせて回転させる方向設定工程と、前記回折光学素子から前記基板までの距離を調節して、前記集光スポット列のスポット間隔を前記複数の溶接ポイントの間隔に合わせる間隔設定工程と、前記集光スポット列の方向とスポット間隔が定められた前記複数のレーザービームの強度を溶接に必要な強度まで増大して、該ビームを前記複数の溶接ポイントに同時に照射し前記基板と前記部品を接続する工程とを備える。これにより、部品の基板への実装においても、上記(1)～(4)と同様の効果が得られる。

【0008】

上記方法においては、前記回折光学素子を通した0次のレーザービームと前記加工ポイントの一つを一致させた後、前記各設定工程を実行するのが好ましい。これによれば、集光スポット列の方向及びそのスポット間隔の設定に引き続いて、直ちに部品の加工や溶接が実行できるので、作業性と正確性が向上する。なお、溶接は、はんだ、特に鉛フリーはんだを用いたはんだ溶接としてもよい。

【0009】

本発明のレーザー加工装置は、レーザー発振器と、前記レーザー発振器から出力された1本のレーザービームを、0次の回折次数のレーザービームを含んで加工に用いる複数のレーザービームに分岐する回折光学素子と、前記回折光学素子とその光軸を中心として所望の角度回転させる回転装置と、前記回折光学素子とその光軸方向に所望の距離移動させる移動装置と、を備えたものである。これによれば、レーザー加工装置が簡便に構成でき、しかも、複数の加工ポイントが一定の間隔で一定の方向にある場合にはそれらの加工ポイントを同時に加工できる。また、それらの方向及び間隔が異なる別の加工列の加工も、回折光学素子の回転と高さ調整だけで容易に対応できる。

【0010】

また、前記回折光学素子に入射するレーザービームを該回折光学素子と一体にそれらの光軸方向に対して直角方向に動かす光軸位置決め装置を備えてもよい。これによれば、回折光学素子で分岐された0次のレーザービームを、任意の加工ポイントに一致させることができるので、加工の基準位置決めが容易となり、従って、被加工物の異なる領域における加工列の加工に容易に移行できる。

【0011】

さらに、被加工物上のレーザー照射部位にはんだを供給するはんだディスペンサを備えてもよい。これにより、はんだ溶接の作業効率が向上する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

本発明においては、回折光学素子により分岐された複数のレーザービーム（分岐ビーム）の集光スポットからなる列（集光スポット列）の中に必ず0次ビームを含める。0次ビームは、分岐ビーム列の向きや長さに関係なく、光軸上に集光するため、その回折光学素子を回転させ、あるいはその高さを変えても、常に加工面上の同じ場所に位置することに

なる。このことを利用し、回折光学素子により生じた分岐ビーム列を、その 0 次ビームの位置を基準にしてその向きと長さを容易に調整することができる。この点に着目して成されたのが本発明である。なお、本発明では、0 次ビームを任意の高次ビームと組み合わせることが可能である。以下、本発明をその実施形態に即して詳細に説明する。

【0013】

図 1 は本発明の実施形態に係るレーザー加工装置の基本構成図である。このレーザー加工装置は、レーザーを発生するレーザー発振器 1 と、レーザー発振器 1 から出力されたレーザービーム 2 を集光する集光装置としての集光レンズ 3 と、集光レンズ 3 により集光された 1 本のレーザービーム 2 を回折して複数の分岐ビーム 2 A を生成する位相格子等の回折光学素子 4 と、回折光学素子 4 を光軸を中心にその光軸と直交する面内で回転させる回転装置 5 と、回折光学素子 4 をその光軸方向に移動（ここでは上下移動）させる移動装置 6 とを備える。ここで、回転装置 5 としては θ ステージ、移動装置 6 としては Z ステージ等、既に良く知られた装置が使用できる。

【0014】

さらに、レーザー加工装置は、レーザー発振器 1 またはその後段に配置されるレーザー照射ヘッド（図示せず）から回折光学素子 4 までの光学系を、それらの光軸方向に対して直角方向に移動させる、光軸位置決め装置 8 を備えるのが好ましい。また、必要に応じて、レーザー照射部位にはんだを供給するはんだディスペンサ 9 を備えても良い。なお、上記集光装置は、レンズに限定されるものではなく、レーザーを集光できる他の素子から構成してもよい。

【0015】

次に、上記加工装置の作用を説明する。なお、ここでは、加工に用いる 2 本の分岐ビームが、図 2 に示すような回折次数と光強度を有するように予め設計した回折光学素子 4 を備えているものとする。レーザー発振器 1 から出射されたレーザービーム 2 は集光レンズ 3 で集光され回折光学素子 4 に入る。回折光学素子 4 は、入射した 1 本のレーザービームを図 2 に示すような複数の分岐ビームにして射出し、これらの複数の分岐ビームの集光スポットから成る集光スポット列をつくる。

【0016】

ここまでににおいては、回折光学素子 4 により形成された集光スポット列は、被加工物に予定されている複数の加工ポイントからなる方向と一致していないし、また、集光スポット列のスポット間隔もそれら加工ポイントの間隔に一致していない。そこで、次に、以下の調整を行う。

【0017】

まず、回折光学素子 4 を通過した 0 次のレーザービームを、被加工物 7 に予定されている複数の加工ポイントからなる列（加工ポイント列）を構成する一つの加工ポイントに合わせる基準位置決めを行う。続いて、図 3 に示すように、回折光学素子 4 を光軸と直交する面内でその光軸を中心に回転させるさせると集光スポット列が回転することを利用し、回転装置 5 により回折光学素子 4 をその面内で光軸を中心に回転させて、集光スポット列を被加工物 7 の加工ポイント列の方向と一致させる。例えば、回折光学素子 4 をその光軸を中心に角度 θ 回転させると、集光スポット列も角度 θ だけ回転する。この操作により、+1 次の分岐ビームによる集光スポットは、図 5 の矢印 A のように移動する。

【0018】

続いて、図 4 に示すように、移動装置 6 を利用して、回折光学素子 4 から被加工物 7 の加工面（又は溶接面）7 A までの距離を変えて、分岐ビーム列の集光スポット間隔を加工ポイント列の間隔に合わせる。この操作により、+1 次の分岐ビームによる集光スポットは、図 5 の矢印 B のように移動する。以上の図 3 及び図 4 に説明した調整により、回折光学素子 4 で分岐された複数の分岐ビームによる集光スポット列の方向と間隔は、複数の加工ポイントによる加工ポイント列のそれらと一致する。

【0019】

回折光学素子 4 に関して上記の各調整を行うことで、回折光学素子 4 により分岐された

分岐ビームの集光スポット列の各スポットを、被加工物 7 の列状に並んだ複数の加工ポイントの各ポイントに一致させることができる。なお、先に、集光スポット列の方向と間隔を各加工ポイントのそれらに対応させておき、その後、0 次あるいは他の次数の集光スポットを基準として、各集光スポットと各加工ポイントを一致させることも可能である。しかし、先に、回折光学素子 4 を通過した 0 次のレーザービームによる集光スポットと加工ポイントの一つを一致させ、その後、集光スポット列の方向と間隔を加工ポイント列のそれらに一致させる方が、その後の作業性や加工の正確性の点からは好ましい。

【0020】

ここで、図 4 を基に、回折光学素子 4 から被加工物 7 の加工面 7 A までの光軸上の距離 Z と、0 次の分岐ビームによる集光スポットから +1 次の分岐ビームによる集光スポットまでの間隔 Δ との関係について説明する。距離 Z と、間隔 Δ との関係は、次の近似式で与えられる。

$$\Delta = (Z / Z_{\max}) \Delta_{\max} \quad \cdots (1)$$

ここで、 Z_{\max} は Z の最大値、 Δ_{\max} は Δ の最大値である。例えば、 $Z_{\max} = 90 \text{ mm}$ 、 $\Delta_{\max} = 1.1 \text{ mm}$ とすると、 Z を $0 \sim 90 \text{ mm}$ の範囲で変えることにより、 Δ は $0 \sim 1.1 \text{ mm}$ の間で変化する。そして、この加工装置を基板への部品実装の際のはんだ（「はんだ」には「鉛フリーはんだ」を含む、以下の記載でも同じ）溶接に用いる場合、実用上は、 Z を $45 \sim 90 \text{ mm}$ の範囲で変えるくらいが適当である。この場合、集光スポットの間隔 Δ は、 $0.55 \sim 1.1 \text{ mm}$ まで変化する。これくらいの幅で調節できれば、基板への部品のはんだ溶接における用途には十分である。なお、さらに集光スポットの間隔 Δ を広げたい場合には、回折光学素子 4 から加工面 7 A までの間隔 Z_{\max} を長くすればよい。逆に、集光スポットの間隔 Δ を狭めたい場合には、 Z_{\max} を短くすればよい。

【0021】

本実施の形態で用いた回折光学素子 4 は、その断面が鋸歯状の 1 次元レリーフ型格子である。それはフォトリソ露光とドライエッチングにより、使用波長に対して十分に透明な石英基板上に形成される。この格子の周期 d は、次式から求まる。

$$d = \lambda Z_{\max} / \Delta_{\max} \quad \cdots (2)$$

ここで、例えば、 $\lambda = 0.808 \mu\text{m}$ 、 $Z_{\max} = 90 \text{ mm}$ 、 $\Delta_{\max} = 1.1 \text{ mm}$ とすると、 $d = 66.1 \mu\text{m}$ となる。さらに、この格子の回折次数毎のビーム強度は以下の式で与えられる。

$$I_0 = \sin^2(\phi/2) / (\phi/2)^2 \quad \cdots (3-1)$$

$$I_m = \sin^2[(2\pi m - \phi)/2] / [(2\pi m - \phi)/2]^2 \quad \cdots (3-2)$$

ここで、 I_0 と I_m は 0 次ビームの強度と m 次ビームの強度である。 ϕ は格子の位相変調深さであり、 $\phi = 2\pi h(n-1)/\lambda$ である。なお、 n は材料の屈折率、 h は格子の深さである。例えば、図 1 に示すように、ほぼ等強度の 2 本の分岐ビームを利用して加工を行う場合、その条件は、式 (3-1)、(3-2) から、 $\phi = \pi$ と導ける。そして、この場合、回折ビームの強度は以下のように求まる。

$$I_0 = (2/\pi)^2 \quad \cdots (4-1)$$

$$I_m = [2/(2m-1)\pi]^2 \quad \cdots (4-2)$$

【0022】

また、式 (3-1)、(3-2) を用いて計算した回折ビームの次数と強度の関係を示したものが図 2 である。図 2 によれば、0 次と +1 の強度は等しく、0.405 である。この他の強度は、-1 次と +2 次が等しく 0.045、-2 次と +3 次が等しく 0.016 である。これより、はんだ溶接における光利用効率は 81% となり、その値は実用上十分である。また、はんだ溶接に用いる 0 次及び +1 次 2 本のビームとその他のビームとの強度比は $0.405/0.045 = 9.0$ であり、はんだ溶接に要するビーム強度を考慮すると、0 次及び +1 次以外の回折ビームが接合部の周囲に損傷を与えることもない。

【0023】

また、格子の設計に必要な格子の深さ h は、次式から求まる。

$$h = \phi \lambda / [2\pi (n-1)] \cdots (5)$$

ここで、 $\phi = \pi$ であり、 $n = 1.45$ とすると、 $h = 0.898 \mu\text{m}$ となる。

なお、等強度の2本の分岐ビームを用いてはんだ溶接を行う場合の例を上記に記したが、分岐ビーム間の強度比は回折光学素子の設計事項であり、必要に応じて変更することが可能である。

【0024】

図6は回路基板への水晶振動子の実装の方法を示す例示図である。ここで、水晶振動子10には2本の接続ピン11、12があり、これらのピン11、12を基板上でターミナル21、22に挿入してはんだ溶接により両者を接続する例である。実験に使用したターミナル21、22の間隔は0.80mmであり、それぞれの配線21A、22Aの幅は0.30mmであった。水晶振動子10の基板への接続は、まず、レーザー発振器1から基板やその基板上に実装されている部品に損傷を与えないような低い強度のレーザービームを出力する。そして、光軸位置決め装置8などを利用して、回折光学素子4を通過した0次のレーザービームによる集光スポットとターミナル21、22のいずれか一つを一致させる。続いて、すでに説明した方法で、回折光学素子4で生成された分岐ビーム2Aによる集光スポット列の方向と間隔を、ターミナル21、22の列方向と間隔に一致させる。続いて、加工装置に並設されたはんだディスペンサ9を利用してそれぞれのターミナル21、22の接続部位へはんだを供給する。次に、上記のようにして集光スポット列の位置、方向及び間隔がターミナル21、22の列のそれらと一致された2本の分岐ビーム2Aの強度を、レーザー発振器1の出力を調整して、目的の加工が可能な強度まで増大させる。ここでは、それらの分岐ビーム2Aがはんだを溶融できる強度まで増大させる。そしてその強度が増大された2本の分岐ビームをはんだが溶融するまで接続部位へ同時に照射し、接続ピン11、12とターミナル21、22とを溶接接続する。これにより水晶振動子10が基板に接続される。この方法によれば、独立した2個所で同時にはんだが加熱されるため、はんだの溶融と凝集が問題なく進む。特に、この例のように、はんだ溶接の個所が接近している場合、1本のビームで1個所ずつ照射加熱すると、ビーム加熱されている側のはんだに反対側のはんだが融合し、配線が短絡する場合がある。この現象は、ビーム走査で交互にはんだを照射加熱した場合にも、走査速度が有限であるために起こり得るが、本実施形態によればそれも回避できる。

【0025】

なお、異なる複数の水晶振動子、抵抗、コンデンサ等が基板に実装される場合、それらの接続ターミナルの向きや間隔は基板上で一様ではない。その場合には、それぞれの水晶振動子、抵抗、コンデンサ等の実装個所毎に、上記集光スポット列の位置決めを行うことが必要となる。また、同じ種類の実装部品であってもピン間隔が異なるものが混在する場合には、回折光学素子と実装基板との距離を調節して、集光スポット列のスポット間隔を調整する必要がある。

【0026】

以上は、回折光学素子の光分岐作用を利用して加工へ用いる2本のレーザービームを生じさせた例であるが、回折光学素子の設計により、所望の本数の加工用レーザービームを生じさせることもできる。例えば、図7は別の回折光学素子4Aにより生成された分岐ビームの回折次数と光強度の関係を示すグラフである。この回折光学素子4Aは、1本のレーザービームを分岐して0次から+6次までの7本の加工用レーザービームを等間隔で発生するようにしたものである。この場合、7本の分岐ビームによる光利用率は約85%、それらのビームの分岐均一性は約0.99となっており、十分に実用的な値となっている。なお、レーザービームの分岐数が3本以上の場合には、回折光学素子の形状は必ずしも鋸歯状とはならず、必要とされるレーザービームの分岐数及び分岐されたレーザービームの強度分布に応じて回折光学素子形状を設計する。従って、その素子形状の設計により、0次を含んだ正負どちらか一方の高次ビームを用いることも可能となるほか、光利用効率をさらに高めることも可能となる。

【0027】

図8は図7に示した回折光学素子4Aを用いて被加工物を加工する場合の例示図である。ここでは、片側7本の接続ピン31~37を有するIC30を基板の対応するターミナル41~47に挿入して、はんだ溶接により接続する例を示している。なお、図中、41A~47Aは各ターミナルへの基板上的配線を示している。この場合も、まず、レーザー発振器1から基板やその基板上に実装されている部品に損傷を与えないような低い強度のレーザービームを出力する。そして、光軸位置決め装置8などを利用して、回折光学素子4Aを通過した0次のレーザービームによる集光スポットを、ターミナル列を構成している一つのターミナル（ここでは左端のターミナル）41に一致させる。続いて、回折光学素子4Aをその光軸を中心に回転させ、回折光学素子4Aにより生成された7本の分岐ビーム2Aによる集光スポット列を、ターミナル41~47の列方向に一致させる。さらに、回折光学素子4Aを光軸方向に沿って移動させ、上記集光スポット列の間隔を、ターミナル41~47のそれぞれの間隔に一致させる。続いて、それぞれのターミナル41~47の接続部位へはんだを供給する。次に、上記のようにして集光スポット列の位置、方向及び間隔がターミナル41~47の列のそれらと一致された7本の分岐ビーム2Aの強度を、レーザー発振器1の出力を調整して、はんだ溶接が可能な強度まで増大させる。そしてその強度が増大された7本の分岐ビーム2Aをはんだが溶融するまで接続部位へ同時に照射し、IC30の片側にある7つの接続ピン31~37とターミナル41~47とを溶接接続する。そして、IC30のもう一方側のピン列も、同様にして基板に接続する。これによれば、14カ所の溶接を非常に効率よくしかも周囲の部品に熱的影響を与えることなく実施することができる。

【0028】

本発明のレーザー接合技術には、レーザー発振器として、例えば、YAGレーザー（波長 $1.064\mu\text{m}$ ）や高出力半導体レーザー（波長 $0.808\mu\text{m}$ 、 $0.940\mu\text{m}$ ）等が使用できる。また、その他の加工においても、その加工特性に応じて、各種のレーザー発振器が利用できる。なお、上記実施形態では、レーザー発振器1の出力を変更することにより分岐ビーム2Aの強度を変更したが、レーザー発振器1の出力を固定し、発振器1の外部に配置したアッテネータ等、他のビーム強度変更手段を用いて、分岐ビーム2Aの強度を変更してもよい。さらに、上記実施形態で説明した1次元分岐ビームを用いた加工例を示したが、2次元分岐ビームを利用した加工にも本発明は適用可能である。

【0029】

本発明のレーザー加工技術は、回折光学素子により分岐される0次ビームと高次ビームの組み合わせに着目し、量産化の際の大きな課題である、分岐ビームと加工点の位置合わせを容易にしたものであり、本発明は加工点の並びの向き及び間隔が加工列毎に相違する場合に幅広く応用できる。従って、上記実施の形態で取り上げた実装部品のはんだ溶接は本発明の一応用例であって、それと異なる種々の加工、例えば、はんだ溶接以外の溶接加工、除去加工（孔開け、溝切り）、改質加工（合金化、高分子重合、屈折率変調）へも本発明は適用可能である。その場合、集光スポット列の位置、方向及び間隔が定められた複数の分岐ビームを、加工ポイントに同時に照射するレーザーの出力及び照射時間は、加工の種類に応じて適宜定めればよい。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】 本発明の実施形態に係るレーザー加工装置の基本構成図。

【図2】 回折光学素子4によって分岐された分岐ビームの回折次数と光強度の関係を示すグラフ。

【図3】 回折光学素子の光軸を中心とした回転に関する説明図。

【図4】 回折光学素子の光軸方向での位置変化に関する説明図。

【図5】 回折光学素子により分岐された複数のレーザービームの照射位置調整に関する説明図。

【図6】 2つの接続端子を備えた水晶振動子の基板への溶接説明図。

【図7】 回折光学素子4Aによって分岐された分岐ビームの回折次数と光強度の関係

を示すグラフ。

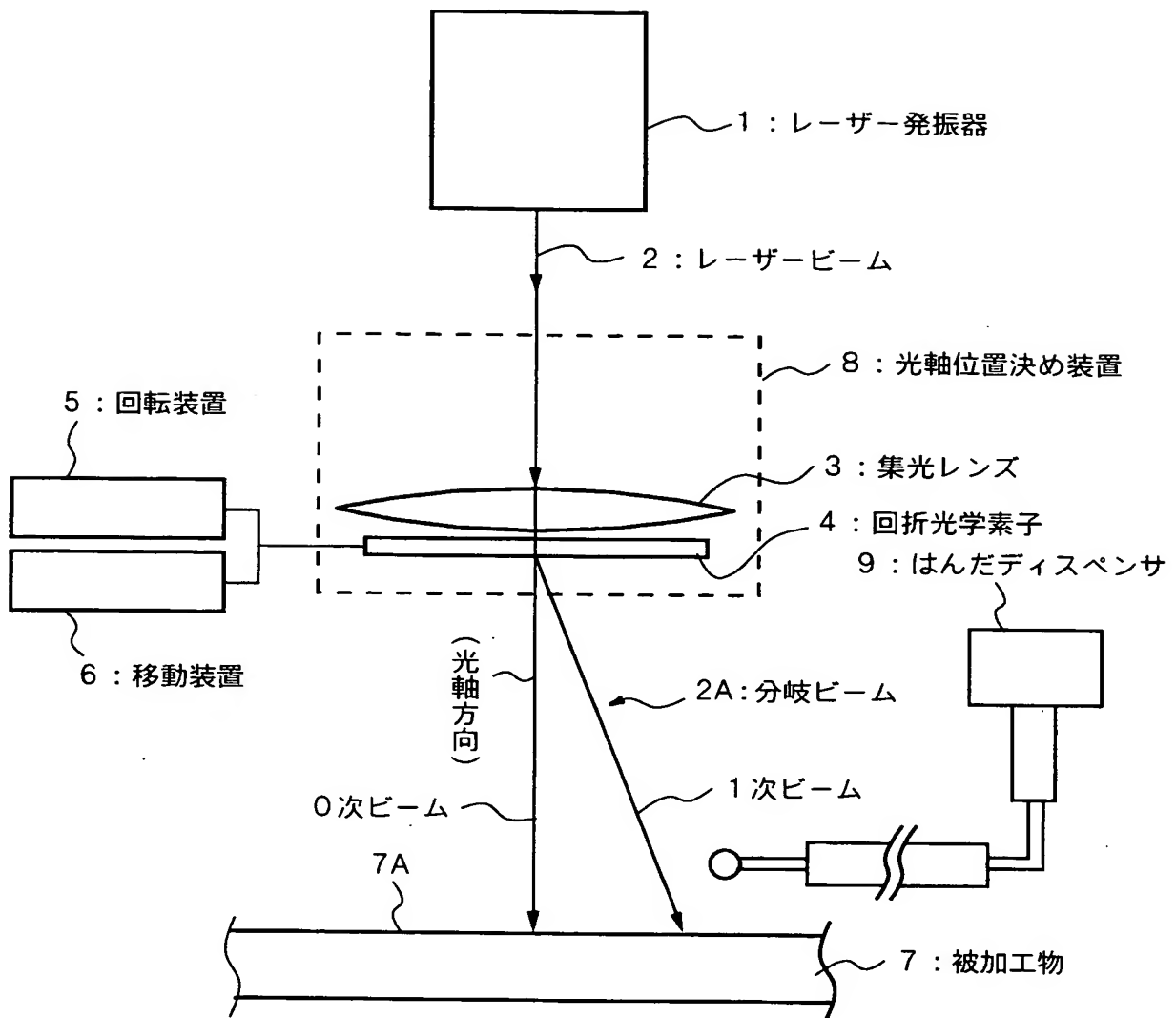
【図 8】片側に 7 本の接続端子を備えた I C の基板への溶接説明図。

【符号の説明】

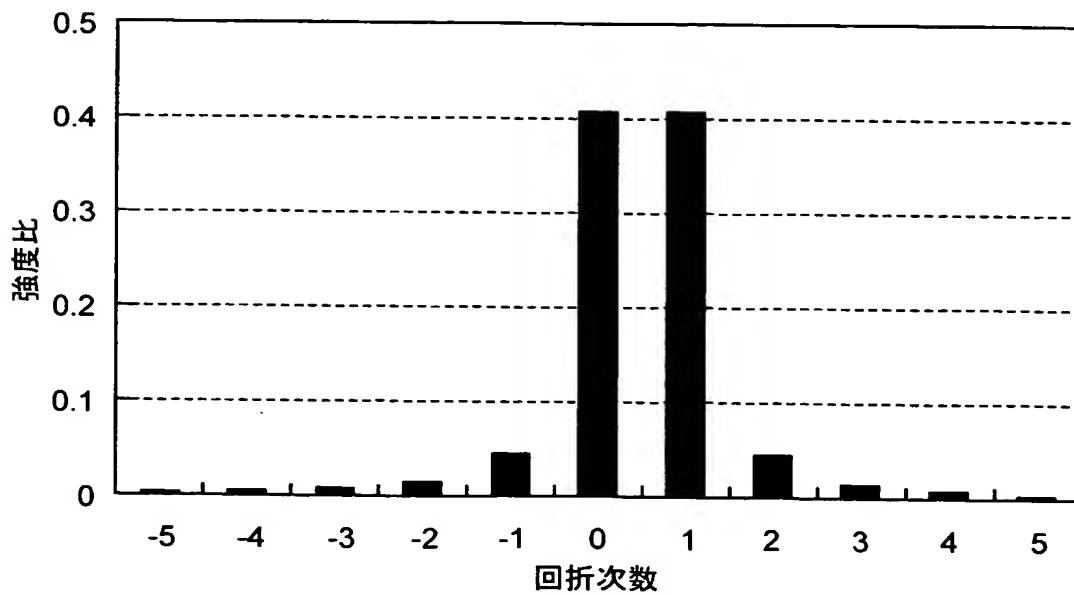
【 0 0 3 1 】

1 …レーザー発振器、2 …レーザービーム、2 A …分岐ビーム、3 …集光レンズ、4 , 4 A …回折光学素子、5 …回転装置、6 …移動装置、7 …被加工物、7 A …加工面、8 …光軸位置決め装置、9 …はんだディスペンサ、1 0 …水晶振動子、1 1 , 1 2 …水晶振動子の接続端子、2 1 , 2 2 …基板の水晶振動子用ターミナル、3 0 …I C、3 1 ~ 3 7 …I C の接続端子、4 1 ~ 4 7 …基板の I C 用ターミナル。

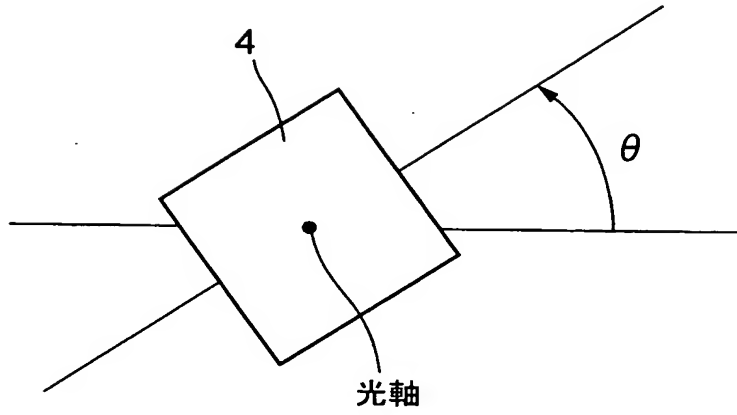
【書類名】 図面
【図 1】



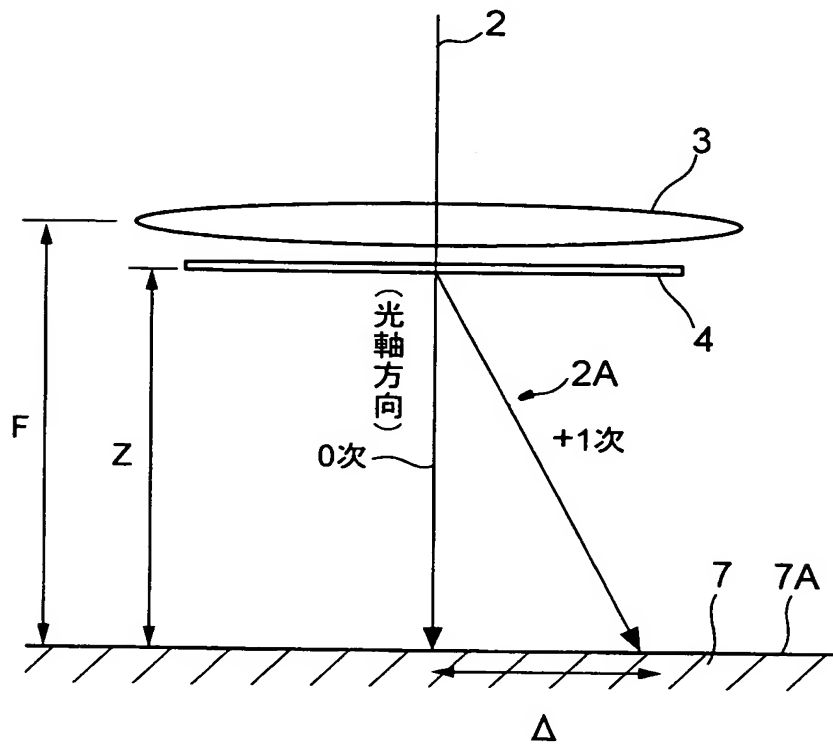
【図 2】



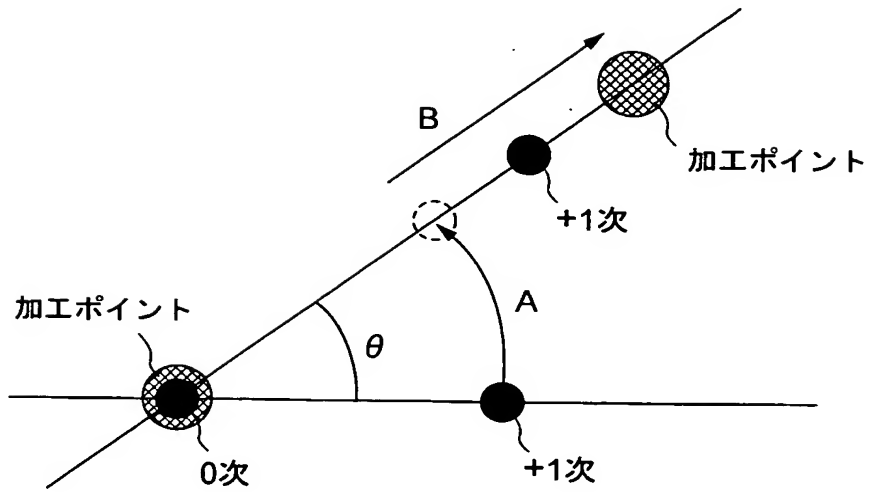
【図 3】



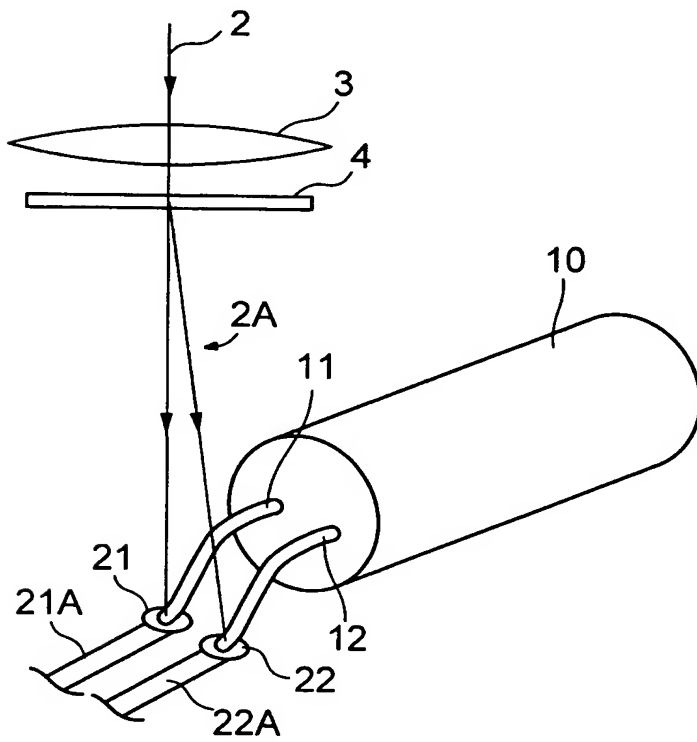
【図 4】



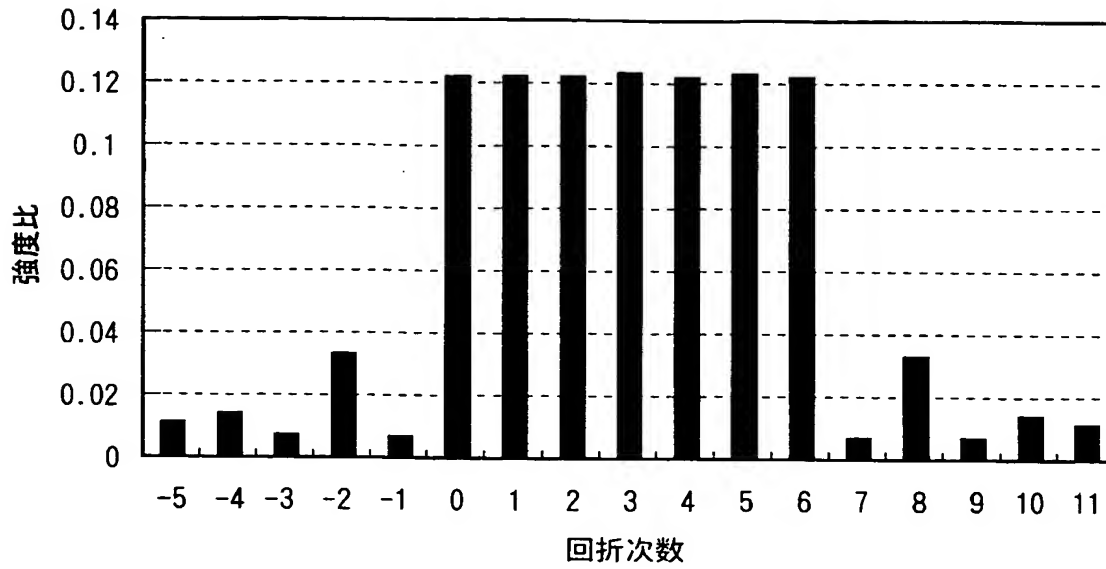
【図 5】



【図 6】



【図 7】



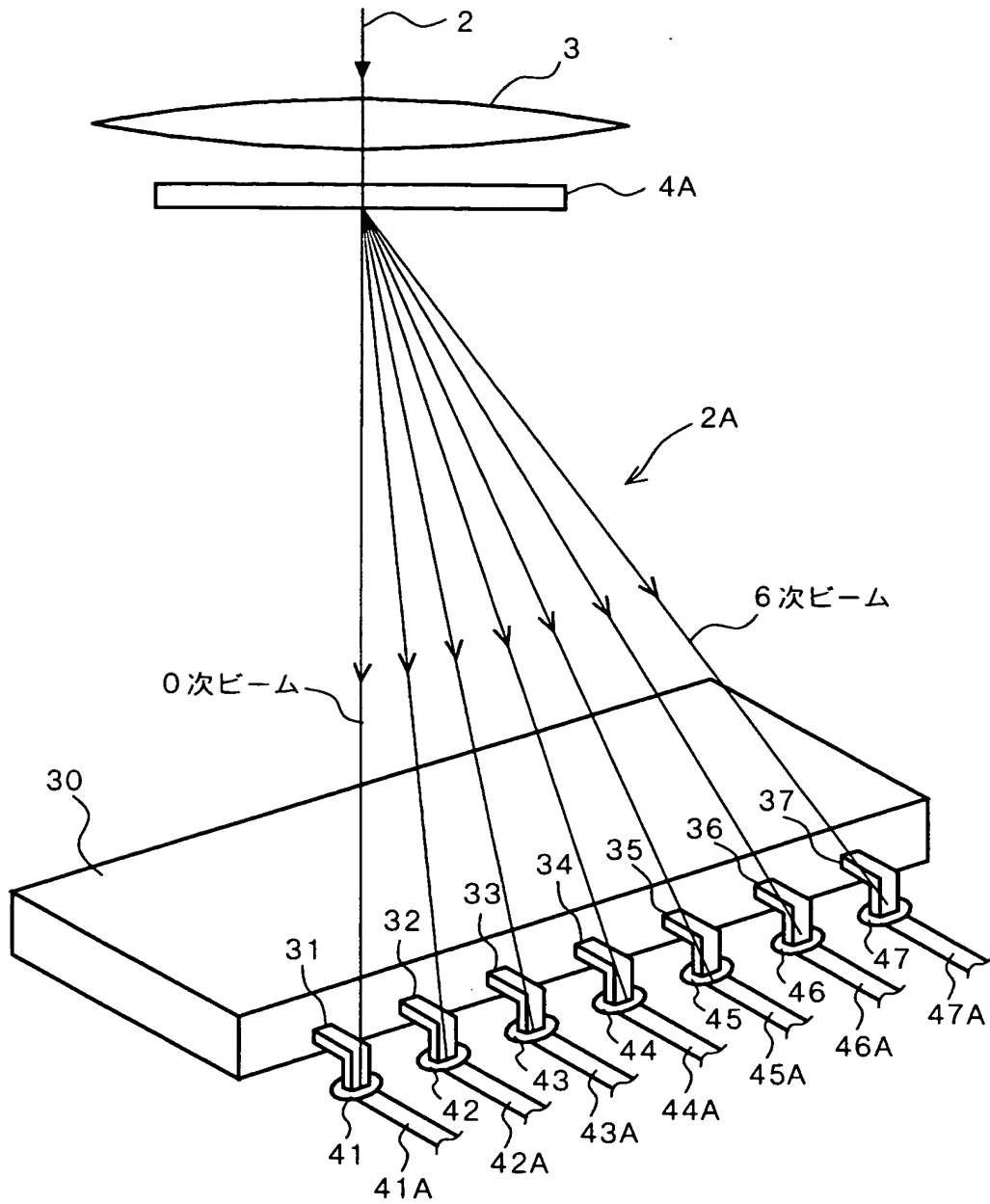
回折型分岐素子の諸元:

ビーム分岐数: 7

光利用効率: 85%

分岐均一性: 0.99

【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡便な構成でより効率的に実施できるレーザー溶接方法及び装置を得る。

【解決手段】 1本のレーザービーム2を回折光学素子4により回折して、0次の回折次数のレーザービームを含む複数の分岐ビーム2Aに分岐する工程と、複数の分岐ビーム2Aからなる集光スポット列を0次のレーザービームを中心として、基板に実装された部品10の基板との複数の溶接ポイント21, 22の列方向へ合わせて回転させる工程と、回折光学素子4から基板までの距離を調節して、集光スポット列のスポット間隔を複数の溶接ポイント21, 22の間隔に合わせる工程と、集光スポット列の方向とスポット間隔が定められた複数の分岐ビーム2Aの強度を溶接に必要な強度まで増大して複数の溶接ポイント21, 22に同時に照射し基板と部品を接続する工程とを備える。

【選択図】 図6

特願 2 0 0 3 - 3 6 9 9 2 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 3 6 9]

1 . 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変 更 理 由]

新 規 登 録

住 所

東 京 都 新 宿 区 西 新 宿 2 丁 目 4 番 1 号

氏 名

セ イ コ ー エ プ ソ ン 株 式 会 社